

PAT-NO: JP409019785A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09019785 A  
TITLE: LASER MACHINING OPTICAL SYSTEM AND MACHINING METHOD  
USING IT  
PUBN-DATE: January 21, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
ISHIDE, TAKASHI  
HASHIMOTO, YOSHIO  
HAMADA, SHOICHI  
AKAHA, TAKASHI  
OTAKI, KATSURA

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MITSUBISHI HEAVY IND LTD	N/A
NIKON CORP	N/A

APPL-NO: JP07167298

APPL-DATE: July 3, 1995

INT-CL (IPC): B23K026/06, B23K026/00 , G02B005/04 , G02B027/09

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laser machining optical system and its machining method which are applied to welding, cutting, etc., of a metallic product.

SOLUTION: In an optical system in which a beam from a laser generator is used for laser beam machining, a wedge prism 7 is inserted between a lens system 3 and an optical fiber 2 as a light source, or between the lens system 3 and the machining surface 8, simultaneously producing plural converged and defocused beams of different size, shape, power and intensity.

COPYRIGHT: (C)1997, JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-19785

(43)公開日 平成9年(1997)1月21日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K	26/06		B 2 3 K 26/06	G
	26/00		26/00	E
G 0 2 B	5/04		G 0 2 B 5/04	N
	27/09		27/00	F
				E
審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)				

(21)出願番号 特願平7-167298

(22)出願日 平成7年(1995)7月3日

(71)出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 石出 孝

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72)発明者 橋本 義男

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(74)代理人 弁理士 光石 俊郎 (外2名)

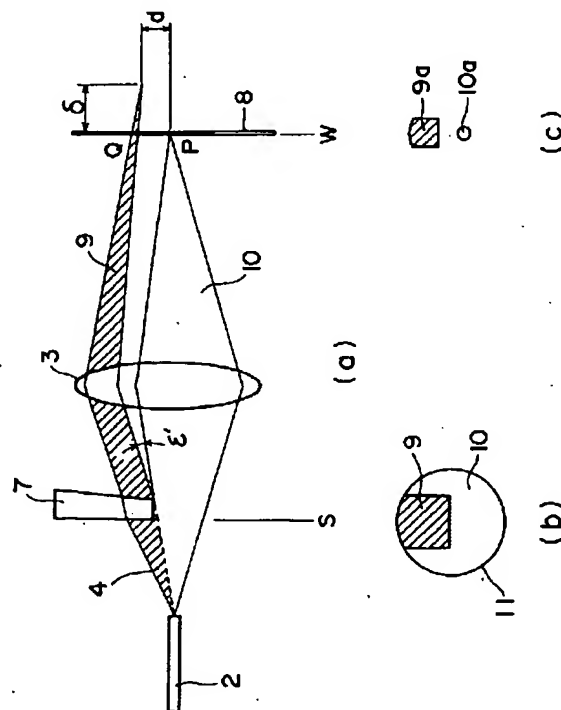
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 レーザ加工用光学系及びそれを用いた加工方法

(57)【要約】

【課題】 金属製品の溶接や切断などに適用されるレーザ加工用光学系及びそれを用いたレーザ加工方法を提供する。

【解決手段】 レーザ発振器からの光を加工のレーザ加工用のレーザビームとする光学系において、レンズ系3と光源である光ファイバ2間、又はレンズ系3と加工面8間にクサビプリズム7を挿入してなり、大きさ、形状、パワー密度の異なる複数の集光、デフォーカスビームを同時に作り出す。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ発振器からの光を用いてレーザ加工を施すレーザ加工装置に用いいる加工用のレーザビームを形成する光学系において、レンズ系と光源間、又はレンズ系と加工面間にクサビプリズムをレーザビームの光軸方向に挿入してなり、大きさ、形状、パワー密度の異なる複数の集光、ディフォーカスビームを同時に作り出すことを特徴とするレーザ加工用光学系。

【請求項2】 請求項1記載のレーザ加工用光学系において、上記クサビ型プリズムの挿入量を所定量調整することにより、複数のレーザビームへのレーザ出力の割合を適宜調整することを特徴とするレーザ加工用光学系。

【請求項3】 請求項1又は2記載のレーザ加工用光学系を備えた加工装置を用いて、レーザ加工することを特徴とするレーザ加工方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、金属製品の溶接や切断などに適用されるレーザ加工用光学系及びそれを用いたレーザ加工方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来のYAGレーザ溶接に用いられている光学系の構成の一例を図7に示す。図7中、符号1はYAGレーザ発振器、2は光ファイバ、3は集光光学系、4はレーザビーム、5は溶融池及び6は溶接ビードを各々図示する。ここで、上記YAGレーザ発振器1からのレーザビーム4は、光ファイバ2によって伝送され、溶接用集光光学系3で集光され、溶接に用いられ

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、アルミニウム合金の溶接では、図7に示す方法において、レーザビーム4の反射率が高く通常YAGレーザでは、パルスレーザが用いられている。しかし、冷却速度が速いことから、溶接部に割れが発生する場合がある。

【0004】このため、最近、図8のように2台のYAGレーザ発振器1で予熱しつつ溶接する手法が提案されている。

【0005】同図に示す方法は、溶接割れ防止のために、図7で示したYAGレーザ発振器1を2台用い、2本の集光光学系により予熱しつつ溶接が行われる。

【0006】この図8に示す方法では、全て2式の装置を用いることから加工装置が高価になる上、溶接ヘッド部が大型となり、狭隘箇所への適用、適用対象へのアプローチのフレキシブル性を損なうことになる、という問題がある。

【0007】さらに、溶接用集光光学系3も2台使用することから2本のレーザビーム4と光軸を同一にするこ

2

とが困難で、レーザビーム4の材料に対する照射は斜めになりビームエネルギー密度が低下する上、そのエネルギー密度設定は溶接用集光光学系3の光軸の傾きに依存することから、その調整が容易でないという問題がある。

【0008】本発明は上記問題に鑑み、割れ等の発生しない健全な加工ができるレーザ加工光学系及びそれを用いた加工方法を提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成する本発明にかかる構成は、レーザ発振器からの光を用いてレーザ加工を施すレーザ加工装置に用いいる加工用のレーザビームを形成する光学系において、レンズ系と光源間、又はレンズ系と加工面間にクサビプリズムをレーザビームの光軸方向に挿入してなり、大きさ、形状、パワー密度の異なる複数の集光、ディフォーカスビームを同時に作り出すことを特徴とする。

【0010】上記レーザ加工用光学系において、上記クサビ型プリズムの挿入量を所定量調整することにより、複数のレーザビームへのレーザ出力の割合を適宜調整することを特徴とする。

【0011】一方の、レーザ加工方法は、上記レーザ加工用光学系を備えた加工装置を用いて、レーザ加工することを特徴とする。

## 【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施する実施の形態の内容を詳細に説明する。

【0013】本発明の加工光学系は、図1(a)に示すように、一体の溶接用集光光学系3であり、光源(光ファイバ2)と集光光学系3との間あるいは集光光学系3と加工面8すなわち像側に、クサビプリズム7を光軸方向に挿入しレーザビーム4を分割するものである。また、挿入するクサビプリズム7を光軸方向に挿入する量の大小によってレーザビーム4の分割割合がきまる。

【0014】本発明の加工光学系の構成は、図1(a)に示すように、光ファイバ2から出射されたレーザビーム4のほとんどは集光光学系3により加工面8上の点Pに集光される。図1(b)は、図1(a)のS面での分割されたレーザビーム9、10の状態を示す。図1

(c)は、図1(a)のW面での分割されたレーザビーム9、10の状態を示す。図1(b)に示すように、レーザビーム4の一部は挿入されたクサビプリズム7により曲げられ、クサビプリズム7の厚みによってディフォーカスを生じるため、点P以外に光軸からdだけ離れた点Qにも集光される。

【0015】したがって、図1(c)のように、加工面8では微小面積に集光されたレーザビーム10のスポット10sとこの集光スポット10sからやや離れた位置に、ある広がりを持つレーザビーム9のスポット9sが同時にできる。よって、光ファイバ2と集光光学系3と

を一体として加工面8を走査すれば、該加工面8はある程度広がりを持つレーザビーム9のスポット9sで加熱された後に、微小面積に集光されたレーザビーム10の集光スポット10sで溶接される。

【0016】なお、図1(a)には、光ファイバ2の一点から出たレーザビーム4のみを示したが、実際には点P、Qの周りに光ファイバ2のコアの像の広がりを持つが、省略する。また、上記広がりを持つ方のスポット9sの大きさは、点Qのデフォーカス量すなわちクサビプリズム7の厚さで決まってくる。上記広がりを持つス

10 ポット9sと集光スポット10s間の距離は、点Qのシフト量すなわちクサビプリズム7のクサビ角で決まる。

また、広がりを持つレーザビーム9と光軸上の集光され

たレーザビーム10とのレーザ出力バランスは、クサビ

プリズム7の大きさ及びその挿入量により決定される。

また、広がりを持つレーザビーム9の形状は、面Sにお

けるクサビプリズム7の形状にほぼ等しい。

【0017】ここで、点Qのデフォーカス量 $\delta$ と点Q

のシフト量dの大きさは、  
 $\epsilon$  : クサビプリズム7のクサビ角、  
 $t$  : クサビプリズム7の平均厚さ、  
 $n$  : クサビプリズム7の屈折率、  
 $f$  : レンズ焦点距離、  
 とすると、  
 【数1】  $\delta = t \cdot (n-1) / n \approx t / 3$   
 となる。また、クサビプリズム7通過後の光軸のフレ角

は、  
 【数2】  $\epsilon' = \epsilon \cdot (n-1) \approx \epsilon / 2$   
 となる。したがって、点Qのシフト量(光軸からの距

離)は、  
 【数3】  $d = \epsilon' \cdot f \approx f \cdot \epsilon / 2$

\*となる。

【0018】尚、上記クサビプリズム7は、集光光学系3と加工面8との間に配置してもよい。但し、一般に結像倍率は1以下なので、レンズの入射側より出射側のほうが、開口数(NA: Numerical Aperture)が大きく、上記クサビプリズム7の挿入により、大きな球面収差が発生し易いため、集光スポットはぼけることとなる。

【0019】次に、本発明のツインビームレーザ加工用光学系の好適な一実施の形態を、図2～図5によって述べるが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0020】図2に本実施の形態に係るレンズ構成を示し、図2(A)はツインビームレーザ加工用光学系の正面図、(B)はその平面図を示す。本実施の形態の光学系は前述した図7に示すレーザ加工装置の集光光学系3として用いるものであり、本実施の形態にかかるクサビプリズム7は、光源すなわち光ファイバ2と集光光学系3との間に挿入する構成となっている。また、実際の集光光学系3は、収差補正のため5枚の組み合わせレンズによって構成されており、溶接に用いるため加工面8側には、保護ガラス12を設置している。

【0021】下記「表1」に、本実施の形態において集光光学系3に挿入する2種類のクサビプリズム7の特性を示す。ここで、クサビプリズム7 No. 1は、光軸上の集光スポット10sが、0.23mm $\phi$ に対し、広がりを持つスポット(ここでは「加熱スポット」と呼ぶ)9sがクサビプリズム7 No. 1の挿入により0.62 $\times$ (0~0.70)mmとなる。また、クサビプリズム No. 2は、同様に加熱スポット9sが0.48 $\times$ (0~0.56)mmとなる。

【0022】

\* 【表1】

No.	No. 1	No. 2
結像倍率	0.35X	0.35X
集光スポット径	$\phi 0.23$	$\phi 0.23$
加熱スポット径	W=0.62mm L=0~0.70mm	W=0.48mm L=0~0.56mm
エネルギー分配率	加熱: 集光=0:10~6:4	加熱: 集光=0:10~6:4
焦点面間隔	0.64mm	0.42mm

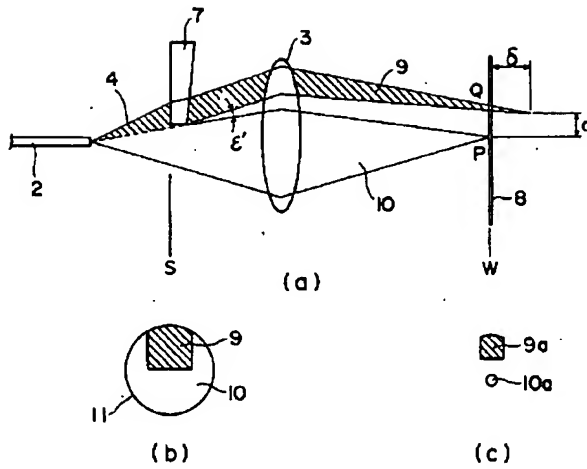
【0023】図3に製作したクサビプリズム7の挿入機構を示す。図3(A)、(B)に示すように、集光光学系3と連通する筒部材21には、架台22を介して移動手段22が設けられており、移動手段22の回転レバー23を回転させることにより、移動部材24に固定されているクサビプリズム7を光軸方向に所定量挿入又は引※

※き出しを行うようにしている。そして、上記クサビプリズム7の先端が、光学系の光軸Lと一致させた位置を原点(零)とし、クサビプリズム7を中へ挿入する方向を「+」とし、引き抜く方向を「-」とした。

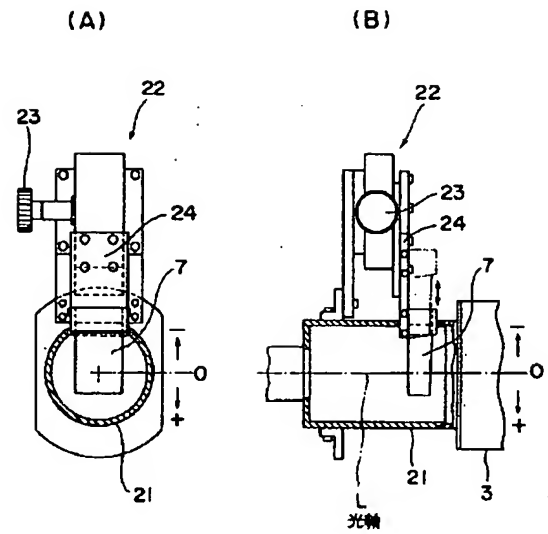
【0024】図4(A)～(G)にクサビプリズム7の挿入位置を様々に変化させた際、本発明の光学系により



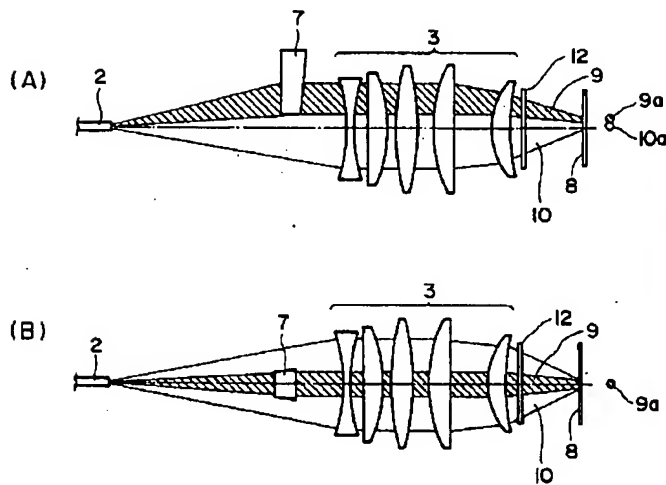
【図1】



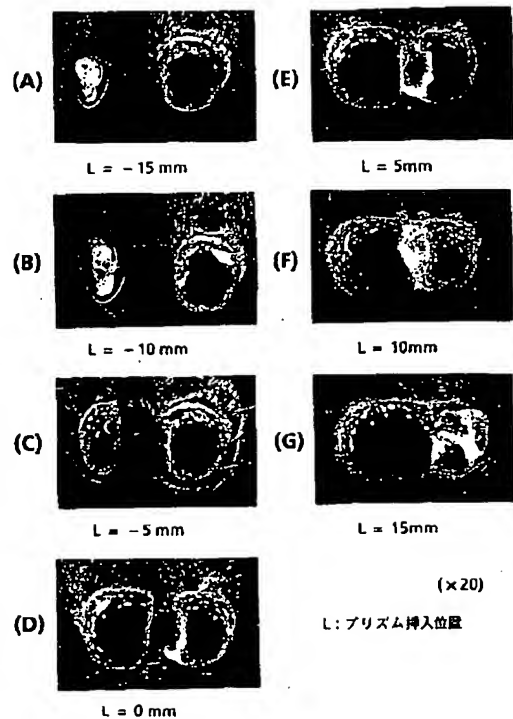
【図3】



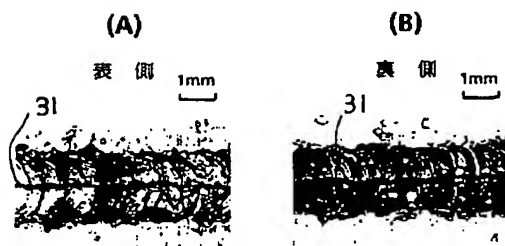
【図2】



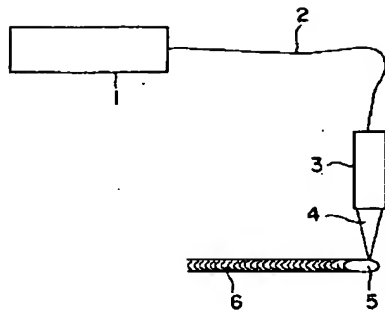
【図4】



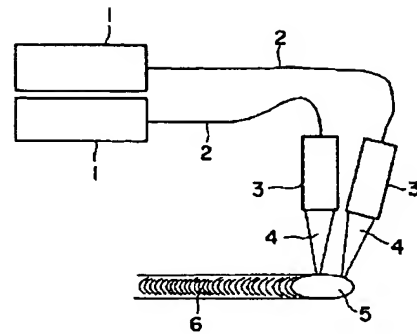
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 濱田 彰一  
兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1  
号 三菱重工業株式会社神戸造船所内

(72)発明者 赤羽 崇  
兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1  
号 三菱重工業株式会社神戸造船所内  
(72)発明者 大滝 桂  
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株  
式会社ニコン内